50 LAT POLSKICH KOMPUTERÓW
HISTORIA ROMANTYCZNA

dr inż. Wojciech Nowakowski

W trzy lata po II Wojnie Światowej, w wyniszczonym kraju, kilku młodych entuzjastów kończących przerwane wojną studia postawiło sobie za cel samodzielne zbudowanie matematycznej maszyny cyfrowej, podobnej do zaledwie rok wcześniej skonstruowanej w USA, największej światowej potędze nauki i techniki. Bez żadnej konkretnej wiedzy na ten temat, potrzebnych materiałów, narzędzi i pieniędzy. To może być tylko polska historia.

W czwartek, 23 grudnia 1948 roku, w Gmachu Fizyki Doświadczalnej przy ul. Hożej w Warszawie, z inicjatywy wybitnego polskiego matematyka Kazimierza Kuratowskiego, profesora Uniwersytetu Warszawskiego, dyrektora świeżo organizowanego Państwowego Instytutu Matematycznego, odbyło się seminarium kilku entuzjastów elektronicznych maszyn liczących. Byli to, obok inicjatora spotkania: prof. Andrzej Mostowski, matematyk zajmujący się głównie logiką matematyczną i algebrą, dr Henryk Greniewski, matematyk i logik oraz trzej młodzi inżynierowie znający się ze studiów na Politechnice Gdańskiej: Krystyn Bochenek, Leon Łukaszewicz i Romuald Marczyński, późniejsi profesorowie. Wszyscy oni znali już publikacje na temat pierwszej elektronicznej maszyny matematycznej ENIAC.

Profesor Kuratowski podzielił się z zebranymi swoimi wrażeniami z naukowego pobytu w USA. Stwierdził, że niezwykle ważne dla zastosowań matematyki mogą być elektroniczne maszyny liczące, które widział za oceanem i, że chociaż jedna taka maszyna powinna być zbudowana w kraju. W rezultacie tego spotkania zapadła decyzja powołania w ramach Państwowego Instytutu Matematycznego Grupy Aparatów Matematycznych (GAM) w wyżej wymienionym składzie, pod kierunkiem Henryka Greniewskiego. Zamierzenie było właściwie nierealne, albowiem maszyna ENIAC, wzorzec prac, była gigantem, zawierającym przeszło 18 tysięcy lamp elektronowych. W kraju wyniszczonym wojną nie było ani właściwego sprzętu, ani materiałów, ani też niezbędnego doświadczenia w budowie tak złożonych urządzeń. Nie tylko zresztą w tej dziedzinie.

W pierwszym półtorarocznym okresie GAM nie miał nawet lokalu, działo się to bowiem w jeszcze zburzonej Warszawie. *„...Okres ten więc upływał nam na planowaniu zajęć laboratoryjnych, studiowaniu zaczynającej docierać literatury zagranicznej oraz spotkaniach seminaryjnych. Jednym z tematów tych spotkań było poprawne zdefiniowanie pojęcia maszyny liczącej, a więc problemu, mówiąc współcześnie, z zakresu matematycznych podstaw informatyki. Prowadził je oczywiście, jako logik, dr Henryk Greniewski...”* pisze we wspomnieniach Leon Łukaszewicz. Dopiero jesienią 1950 r. GAM otrzymał 3 pokoje w odbudowywanym gmachu dawnego Warszawskiego Towarzystwa Naukowego przy ul. Śniadeckich 8. W jednym z nich odbywały się wspólne spotkania, drugim był magazyn części i elementów, a w trzecim, największym - laboratorium dla trzech zespołów. Krystyn Bochenek pracował nad Analizatorem Równań Algebraicz-

nych Liniowych (ARAL), Leon Łukaszewicz - nad Analizatorem Równań Różniczkowych (ARR) zaś Romuald Marczyński opracowywał maszynę cyfrową - Elektroniczną Maszynę Automatycznie Liczącą (EMAL). W trakcie prac dołączyło do grupy wielu bardzo zdolnych młodych entuzjastów maszyn matematycznych. Byli to m.in. (wymienieni w kolejności dołączania) inżynierowie: Zygmunt Sawicki, Zdzisław Pawlak, Andrzej Łazarkiewicz, Jerzy Fiett, Wojciech Jaworski, Stanisław Majerski, Jerzy Dańda, Marek Karpiński, Eugeniusz Nowak i Tadeusz Jankowski; matematycy: Adam Empacher, Andrzej Wakulicz, Antoni Mazurkiewicz, Tomasz Pietrzykowski, Józef Winkowski, Jerzy Swianiewicz, Krzysztof Moszyński, Paweł Szeptycki, Jan Borowiec, Jan Wierzbowski, Stefan Sawicki, Andrzej Wiśniewski, Zofia Zjawin-Winkowska i Ewa Zaborowska oraz laboranci: Michał Bochańczyk, Henryk Furman, Andrzej Świtalski, Konrad Elżanowski, Antoni Ostrowski i Henryk Przybysz.

Prace konstrukcyjne nad komputerami rozpoczęto w GAM w 1952 r. Pierwszym zrealizowanym urządzeniem była stosunkowo szybka ultradźwiękowa pamięć rtęciowa zbudowana w 1953 r. przez Romualda Marczyńskiego z Henrykiem Furmanem. Działanie pamięci ultradźwiękowej opiera się na zjawisku dużo wolniejszego rozchodzenia się fali akustycznej (w tym przypadku w stalowej rurze wypełnionej rtęcią) w porównaniu z sygnałem elektrycznym, co umożliwia zbudowanie linii opóźniającej. Z informatycznego punktu widzenia był to więc rejestr FIFO, z krążącą ze stałą prędkością informacją. Opracowana pamięć rtęciowa miała do 1959 r. decydujący wpływ na konstrukcje dalszych polskich maszyn, w tym XYZ.

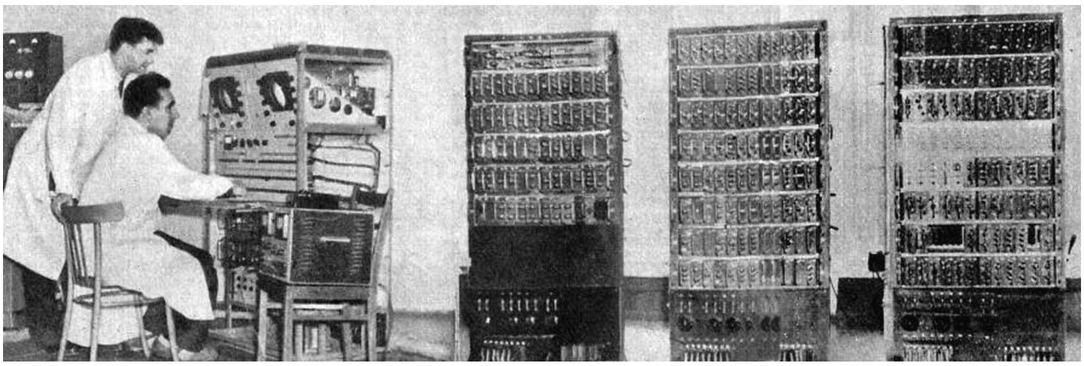
W roku 1953 Leon Łukaszewicz ukończył swój Analizator Równań Różniczkowych (ARR), który składał się z 400 lamp elektronowych i rozwiązywał układy równań różniczkowych z dokładnością do kilku promili. Parametry rozwiązywanych równań różniczkowych zmieniało się łatwo przez pokręcanie gałkami potencjometrów, a efekty tych zmian były natychmiast widoczne. Otrzymywane rozwiązania można było obserwować jednocześnie na kilku ekranach. Takimi możliwościami nie dysponowały jeszcze długo maszyny cyfrowe. Była to pierwsza w kraju systematycznie eksploatowana maszyna licząca. Twórcy tej maszyny otrzymali nagrodę państwową II stopnia w dziale nauki (1955).

EMAL i XYZ

Pierwszą polską konstrukcją maszyny cyfrowej był EMAL budowany w latach 1953-1955. Była to maszyna szeregowa, dwójkowa, jednoadresowa, zbudowana z 1000 lamp, z rtęciową pamięcią ultradźwiękową o pojemności 512 słów 40-bitowych (32 rury z rtęcią) pracującą na częstotliwości 750 kHz. Maszyna ta niestety nigdy w pełni nie pracowała ze względów niezawodnościowych. Dostępne wtedy w Polsce elementy (lampy, łączówki, itp.) miały złą jakość i powodowały problemy bardzo trudne do pokonania w realizacji tak dużej maszyny. W rezultacie, mozolnie uruchomione zespoły maszyny po dwu lub trzech dniach przestawały funkcjonować.

Na początku 1956 roku kierownictwo Instytutu (od 1952 r. włączonego do PAN) zdecydowało, aby wszystkie siły ówczesnej GAM, przemianowanej na Zakład Aparatów Matematycznych PAN (ZAM), a wkrótce potem na Instytut Maszyn Matematycznych, połączyć w jeden zespół pod kierunkiem Leona Łukaszewicza, z zadaniem ponownej próby zbudowania maszyny cyfrowej. Tym razem, dzięki poprzednim doświadczeniom prace zakończono sukcesem - jesienią 1958 roku uruchomiono pierwsza polską, poprawnie funkcjonującą maszynę cyfrową, nazwaną XYZ.

Organizacja logiczna maszyny była wzorowana na architekturze IBM 701 Podstawowymi układami logicznymi były dynamiczne przerzutniki na jednej triodzie (wymagające dwa razy mniej lamp) podobne do stosowanych w rosyjskich maszynach BESM 6, oraz diodowo-ferrytowe bramki zbudowane na transformatorze impulsowym i ostrzowych



Rys. 1. Pierwsza polska elektroniczna maszyna cyfrowa XYZ (1958)

diodach germanowych. Z maszyny EMAL, po udoskonaleniu, pochodziła rtęciowa, akustyczna pamięć operacyjna. Ze względu jednak na to, że nie odznaczała się ona niezbędną niezawodnością, zastąpiono ją pamięcią opartą na tej samej zasadzie działania, lecz innej konstrukcji - rury z rtęcią zastąpiono drutami niklowymi jako akustowodami.

Stworzenie oprogramowania dla maszyny XYZ było wyzwaniem. Wspomina Antoni Mazurkiewicz: *„...Programować zaczęliśmy abstrakcyjnie, bez maszyny i bez jakichkolwiek doświadczeń. Początkowo jedynie Andrzej Wakulicz i Adam Empacher wiedzieli, co to jest elektroniczna maszyna cyfrowa i na czym polega jej programowanie, potem matematycy pracujący przy maszynach analogowych (Józef Winkowski, Tomasz Pietrzykowski i ja) dołączyli do wtajemniczonych. Żaden z nas nie widział wówczas działającej maszyny cyfrowej, wiedzę o oprogramowaniu czerpaliśmy z nielicznych publikacji zagranicznych; pamiętam, że jedną z nich była książka Wilkes'a z Wielkiej Brytanii. Było to jedyne źródło naszej wiedzy o kodach, adresach, pseudorozkazach, tworzeniu pętli i rozgałęzień...”.*

XYZ była dynamiczną maszyną szeregową, liczącą w arytmetyce binarnej. Maszyna początkowo nie miała statycznej pamięci, tylko wspomnianą akustyczną pamięć RAM. Później dodano magnetyczną pamięć bębnową. Urządzenia wejścia/wyjścia to prymitywna konsola sterująca i reproducer kart (później czytnik/perforator taśmy). Wykonywała ona, dzięki szybkiej pamięci akustycznej około 800 operacji na sekundę, co dawało jej przewagę szybkości nad wszystkimi maszynami cyfrowymi, jakie inne ośrodki krajowe w ciągu następnych kilku lat zdołały zbudować. *„...Oglądaliśmy z przejęciem wzrastanie zawartości liczników (wówczas dla nas zawrotnie szybkie, zmienność dopiero szóstego bitu od końca dawała się zauważyć! XYZ liczył bowiem z niebagatelną w tym czasie szybkością ok. 1000 operacji arytmetycznych na sekundę). Na drugim oscyloskopie można było zobaczyć na własne oczy, jak powstaje wynik dodawania, mnożenia, a nawet podzielenia dwóch słów binarnych. W tym czasie charakterystyczny był w Zakładzie Aparatów Matematycznych widok programisty siedzącego przy pulpicie XYZ, wpatrującego się w owe oscyloskopy i naciskającego jeden klucz, bardzo ważny i najczęściej używany, powodujący wykonanie pojedynczego kolejnego rozkazu programu (z angielska „single shot”). Tak właśnie uruchamiało się programy - wykonywało się mianowicie kolejno instrukcję po instrukcji i obserwowało się na oscyloskopie efekty ich działania. Najwięcej kłopotów było z wyprowadzaniem wyników. Początkowo jedynym medium wyjściowym były karty perforowane. Urządzenie wyjściowe dziurkujące karty było wielkości biurka, niezmiernie ciężkie, masywne i hałasujące tak, że wyprowadzanie wyników było słychać w całym gmachu przy ul. Śniadeckich 8. Co więcej, nie było na miejscu urządzenia tabulującego zawartość kart, trzeba było jeździć z kartami do Głównego Urzędu Statystycznego, aby dowiedzieć się, co maszyna naniosła na karty wyjściowe...”* - tak pierwsze dni pracy polskiego komputera opisywał Antoni Mazurkiewicz.

Organizowane dla władz oraz szerokiej publiczności pokazy XYZ wywoływały wielkie zainteresowanie. Powtórzmy zatem nazwiska autorów opracowania: kierownictwo - Leon Łukaszewicz, projekt logiczny i elektronika - Antoni Mazurkiewicz, Jerzy Fiett, Zdzisław Pawlak, Stanisław Majerski, Jerzy Dańda, Zygmunt Sawicki, oprogramowanie - Antoni Mazurkiewicz, Jan Borowiec, Krzysztof Moszyński, Jerzy Swianiewicz, Andrzej Wiśniewski.

Maszyna XYZ już wkrótce po swoim uruchomieniu została oddana do regularnej eksploatacji w Biurze Obliczeń i Programów - wydzielonej jednostce Zakładu Aparatów Matematycznych. Biuro to wykonywało liczne odpłatne zamówienia, co przyniosło nam cenne doświadczenia. Pomyślna eksploatacja maszyny miała dla początków rozwoju polskiej informatyki przełomowe znaczenie. Wykazała przede wszystkim, że wytwarzanie sprawnie działających uniwersalnych maszyn cyfrowych o niemałych jak na owe czasy możliwościach obliczeniowych jest w Polsce osiągalne. Problematyką tą zainteresowały się więc szybko władze gospodarcze. Od tej chwili rozwój informatyki w Polsce stał się sprawą państwową.

Pierwsza produkcja - ZAM-2.

Z dużym rozmachem przystąpiono do organizacji przemysłowej produkcji maszyn cyfrowych. W tym celu w 1959 r. utworzono Zakład Produkcji Doświadczalnej Maszyn Matematycznych przy IMM, w skrócie Zakład Doświadczalny IMM. Zatrudniono w nim wkrótce zespół inżynierów z dużym doświadczeniem w produkcji profesjonalnego sprzętu elektronicznego.

Pierwszym zadaniem Zakładu Doświadczalnego IMM było opracowanie konstrukcji udoskonalonej i nadającej się do seryjnej produkcji wersji maszyny cyfrowej XYZ pod nazwą ZAM-2. Nie było to łatwe zadanie wobec braku jakichkolwiek doświadczeń w produkcji maszyn matematycznych. Jednak już w 1961 r. wyprodukowano pierwsze maszyny. Do roku 1964 wyprodukowano w Zakładzie Doświadczalnym IMM serię dwunastu komputerów ZAM-2. W międzyczasie, w 1963 r. Instytut Maszyn Matematycznych, liczący już wraz z Zakładem Doświadczalnym około 800 pracowników,



Rys. 2 Komputer ZAM2, poprawiona wersja komputera XYZ produkowana w IMM

został przeniesiony w całości z PAN do urzędu Pełnomocnika Rządu do Spraw Informatyki.

Komputery ZAM-2 miały, podobnie jak XYZ, masowe pamięci bębnowe oraz szybką ultradźwiękową pamięć operacyjną. W tej ostatniej średni czas dostępu wynosił 0,5 ms. Natomiast wszystkie inne komputery budowane do roku 1965 miały jedynie pamięci bębnowe o średnim czasie dostępu 5 ms. Były więc wielokrotnie wolniejsze. Ponadto maszyny ZAM-2 były też w latach 1961-1965 najlepiej oprogramowanymi komputerami produkowanymi w kraju. System Adresów Symbolicznych SAS (makroasembler) oraz System Automatycznego Kodowania SAKO zwany też polskim Fortranem były osiągnięciami wyprzedzającymi w stosunku do wszystkich krajów sąsiednich. SAS i SAKO opracowane zostały w latach 1957-1960 przez zespoły, w których, w różnych okresach, brali udział Leon Łukaszewicz, Antoni Mazurkiewicz, Jan Borowiec, Ludwik Czaja, Jowita Koncewicz, Maria Łącka, Tomasz Pietrzykowski, Stefan Sawicki, Jerzy Swianiewicz, Piotr Szorc, Alfred Szurman, Józef Winkowski i Andrzej Wiśniewski.

Warto wspomnieć, że przy tej maszynie pracował jako operator Konrad Fijałkowski, późniejszy wybitny profesor informatyki i znany literat, autor nowel i powieści *science fiction*. W 1963 r. opublikował on w WNT monografię maszyny ZAM-2. Autor niniejszego artykułu również pracował na maszynie ZAM-2 w ramach ćwiczeń z programowania prowadzonych w 1962r. przez wspomnianą wyżej Zofię Zjawin-Winkowską, dla studentów Wydziału Elektroniki PW.

Za osiągnięcia związane z XYZ i ZAM-2 pracownicy IMM zostali nagrodzeni w roku 1964 kolejną nagrodą państwową II stopnia. W skład nagrodzonego zespołu weszli: Zygmunt Sawicki jako kierownik realizacji XYZ oraz pierwszego egzemplarza ZAM-2, Antoni Mazurkiewicz jako kierownik realizacji SAKO, Eugeniusz Nowak jako wybitny konstruktor bębnów magnetycznych. Jerzy Rossian oraz Eligiusz Rosolski reprezentujący konstruktorów i technologów Zakładu Doświadczalnego IMM oraz Stanisław Kowalski, Stanisław Majerski, Krzysztof Moszyński, Jerzy Swianiewicz, Tadeusz Zemła i Władysław Ciastoń.

W roku 1961 Instytut Maszyn Matematycznych otrzymał rządowe zlecenie opracowania nowoczesnego komputera do przetwarzania dużej ilości danych, nadającego się m.in. do systemów bankowych czy zarządzania przedsiębiorstwami . W efekcie, w 1963 r. powstał prototypowy komputer ZAM-41. Wyposażony był w opracowane w Instytucie szybkie pamięci ferrytowe, pamięci bębnowe oraz pamięci masowe na taśmach magnetycznych - o długim czasie dostępu lecz dużej pojemności. Komputer ZAM-41 mógł wykonywać kilka niezależnych zadań jednocześnie. W latach 1967-1970 wyprodukowano w Zakładzie Doświadczalnym IMM szesnaście tych maszyn.

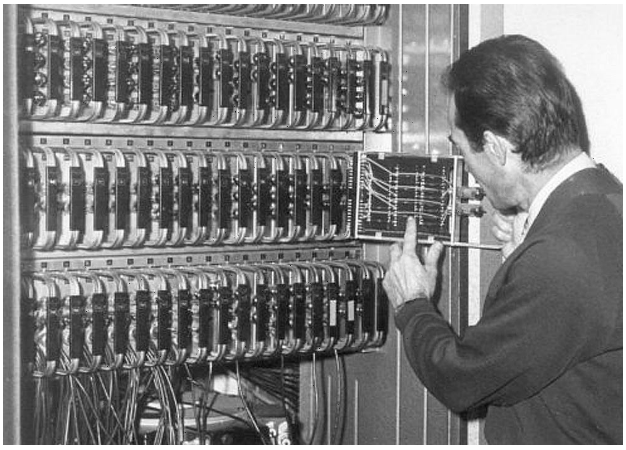
Wielkim osiągnięciem IMM i jego Zakładu Doświadczalnego rzutującym na rozwój całej polskiej informatyki w latach 60-tych były opracowania wspominanych już magnetycznych pamięci bębnowych. Warto o tej technice powiedzieć więcej. Prace nad pamięcią bębnową rozpoczęte w 1958 r. w Zakładzie Aparatów Matematycznych PAN umożliwiły jej wykorzystanie w 1960 r. w maszynie XYZ. Bęben miał pojemność ok. 300 kbitów. Pamięć była bardzo czuła na zmiany wymiarów wywołane wahaniami temperatury. W następnym modelu, zastosowanym w komputerze ZAM-2, podwojono liczbę głowic i pojemność. Zapewniono też taki dobór materiałów, aby zmiany wymiarów współpracujących ze sobą elementów pod wpływem temperatury kompensowały się nawzajem, dzięki czemu wyeliminowano termostat. W latach 1961-66 zbudowano kilkadziesiąt tych pamięci, przy czym lampy zastąpiono tranzystorami oraz wprowadzono nowy bęben, o zmniejszonej do 12 μm grubości warstwy magnetycznej przy odległości głowic od powierzchni 16 μm. Dzięki temu zwiększono gęstość zapisu z 6 do 9 bitów/mm a pojemność pamięci do ok. 1 Mb. Taką pamięć oraz kolejne ulepszone wersje (np. z głowicami unoszącymi się nad powierzchnią bębna na poduszce powietrznej) stosowano nie tylko ZAM-41, ale również w maszynach Odra 1204 i 1300 (Elwro) i Robotron 300 produkowanych w NRD.

UMC-1. Politechnika Warszawska.

Prace w dziedzinie elektronowych układów liczących prowadzono w latach pięćdziesiątych także na

Politechnice Warszawskiej. W katedrach Konstrukcji Telekomunikacyjnych i Radiofonii (kier. prof. Antoni Kiliński) oraz Technologii Sprzętu Elektronicznego opracowano m.in. serię przeliczników elektronowych dla potrzeb rodzącej się energetyki jądrowej. Podstawowym problemem w tych urządzeniach było zapewnienie dostatecznej niezawodności. Prace te stanowiły zatem znakomite przygotowanie do podjęcia konstrukcji komputerów, w których parametry niezawodnościowe były zawsze pierwszoplanowe.

W roku 1958, z Zakładu Aparatów Matematycznych PAN, gdzie właśnie uruchomiono pierwszą polską maszynę cyfrową XYZ, przeszedł do pracy w Katedrze Konstrukcji Telekomunikacyjnych i Radiofonii PW późniejszy profesor Zdzisław Pawlak (1926-2006), z propozycją realizacji koncepcji komputera pracującego w korzystnej konstrukcyjnie arytmetyce o podstawie -2. W 1960 roku zbudowany został prototyp tego komputera, któremu nadano nazwę UMC-1. Był to pierwszy komputer produkowany w Polsce seryjnie, najpierw w liczbie 5 sztuk na Politechnice Warszawskiej, a następnie, po przekazaniu jego dokumentacji do Elwro w 1961 r. - w serii 25 sztuk do 1964 r.



Rys. 3. Jednostka centralna maszyny cyfrowej UMC-1 produkcji Elwro

Maszyny UMC-1 były stosunkowo wolnymi lampowymi komputerami wyposażonymi wyłącznie w pamięć bębnową. W roku 1965 opracowano tranzystorową wersję tych maszyn (UMC-10) oraz uruchomiono trzy egzemplarze. Ciekawostką jest to, że na maszynie UMC-10 tworzono pierwsze w Polsce prognozy numeryczne w Państwowym Instytucie Hydrologiczno-Meteorologicznym.

Jak sie okazało minusdwójkowa arytmetyka maszyn UMC dawała tylko nieznaczne oszczędności sprzętowe, natomiast wyraźnie utrudniała ich oprogramowanie. Z tego względu pomysł ten zarzucono. Cenną cechą komputerów UMC była ich wysoka niezawodność.

W roku 1963 Katedry Konstrukcji Telekomunikacyjnych i Radiofonii PW oraz Technologii Sprzętu Elektronicznego zostały połączone w Katedrę Budowy Maszyn Matematycznych, którą z kolei w roku 1970 przekształcono w Instytut Budowy Maszyn Matematycznych PW, a w roku 1975 - w Instytut Informatyki PW, którymi kierował prof. Antoni Kiliński (1906-1989).

W Instytutach tych zaprojektowano i wyprodukowano wiele wyspecjalizowanych systemów komputerowych jak np. ANOPS (ANalizator Okresowych Przebiegów Szumowych zespołu prof. Konrada Fijałkowskiego, wspomnianego już jako operatora ZAM-2) czy GEC-20 - maszynę do rutynowych obliczeń geodezyjnych.

ELWRO

W dniu 6 lutego 1959 r. powołano państwowe przedsiębiorstwo Wrocławskie Zakłady Elektroniczne ELWRO. Głównymi powodami była nadwyżka kadry technicznej - absolwentów Wydziału Łączności Politechniki Wrocławskiej oraz potrzeba wzmocnienia zaplecza kooperacyjnego Zjednoczenia UNITRA, takich jak Warszawskie Zakłady Telewizyjne i dzierżoniowskie Zakłady Radiowe DIORA. Zarówno dyrekcja, jak i środowisko naukowe Wrocławia, byli od początku zgodni, że wobec sukcesów w konstrukcji maszyn matematycznych w Warszawie, WZE ELWRO powinno być pierwszą w Polsce fabryką komputerów. Do uruchomienia produkcji maszyn cyfrowych było jeszcze daleko, a doraźne decyzje gospodarcze nakazywały szybkie uruchomienie produkcji kooperacyjnej - m.in. przełączników kanałów i zespołów odchylania do odbiorników telewizyjnych oraz głowic UKF do odbiorników radiowych. W tle tej produkcji rozpoczęto jednak prace przygotowawcze do wprowadzenia techniki cyfrowej.

W 1959 r., we Wrocławiu, wiedzę o komputerach miało zaledwie kilka osób, skupionych w Politechnice Wrocławskiej wokół prof. Jerzego Bromirskiego. Natomiast środowisko warszawskie budowało już działające maszyny cyfrowe. Podjęto więc decyzję skorzystania z tych doświadczeń. Utworzono dwie grupy, z których jedna była szkolona w Zakładzie Aparatów Matematycznych PAN, pod kierownictwem, wówczas docenta, Leona Łukaszewicza, a druga - w Instytucie Badań Jądrowych PAN pod kierownictwem, wówczas również docenta, Romualda Marczyńskiego. Po powrocie obu grup ze szkolenia, utworzony został w Biurze Konstrukcyj-

nym ELWRO jeden zespół pod kierunkiem prof. Jerzego Bromirskiego (później Zbigniewa Wojnarowicza), który przystąpił do prac konstrukcyjnych zmierzających do zbudowania własnej maszyny cyfrowej.

Wstępnie rozpoczęto prace nad cyfrowym przelicznikiem (maszyna cyfrowa o stałym programie) S-1, opracowanym w ZAM PAN przez zespół Jerzego Gradowskiego, na podstawie otrzymanej z ZAM dokumentacji logicznej i publikacji naukowych dotyczących elementów podstawowych. W ten sposób rozpoczęła się budowa modelu maszyny cyfrowej Odra 1001, której logika oparta była na S1. Prototyp Odry 1001 został uruchomiony w czerwcu 1961 r., jednak już wcześniej stwierdzono, że nie nadaje się on do produkcji seryjnej wskutek zbyt małej niezawodności. Już w maju 1961 opracowano założenia techniczne komputera Odra 1002, następnej wersji maszyny 1001. Poprawiono konstrukcję elementów podstawowych, starzono i selekcjonowano tranzystory oraz diody, wprowadzono dokładne sprawdzanie montażu pakietów. Zabiegi te nie przyniosły radykalnej zmiany. Jakkolwiek maszyna Odra 1002 była lepsza niż Odra 1001 to jednak jeszcze niewystarczająco.

W połowie 1961 r. kierownictwo ELWRO doszło do wniosku, że z istniejących w kraju modeli maszyn cyfrowych, do produkcji nadaje się najlepiej opisana wyżej maszyna UMC-1, opracowana w Katedrze Budowy Maszyn Matematycznych PW prof. Antoniego Kilińskiego. W celu uruchomienia jej produkcji w ELWRO powołano zespół konstrukcyjno-technologiczny pod kierownictwem Eugeniusza Bilskiego. W jego skład weszli: Jan Bocheński, Stanisław Gacek, Zbigniew Krukowski, Stanisław Lepetow, Andrzej Niżankowski i Henryk Pluta. W trakcie prac doszło jeszcze dwóch absolwentów Politechniki Wrocławskiej - Bronisław Piwowar (późniejszy dyrektor IMM) i Jerzy Pacholarz. Łącznie w latach 1963 i 1964 wyprodukowanych zostało 24 maszyny UMC-1.

Komputery ODRA.
Legenda polskiej informatyki.

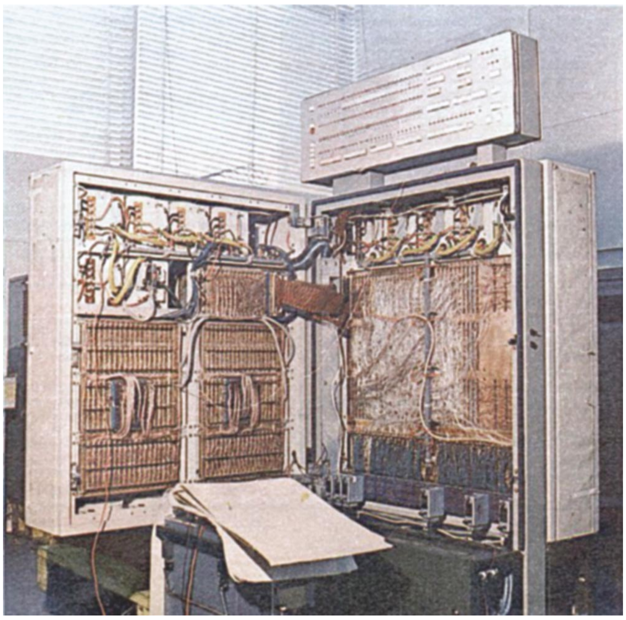
Równolegle z uruchomieniem produkcji maszyny UMC-1, w ELWRO opracowano w 1963 r. prototyp nowej maszyny Odra 1003. Była to już konstrukcja uwzględniająca wymogi technologiczne produkcji seryjnej. W 1966 roku produkowano już Odrę 1013, która oprócz pamięci bębnowej miała szybką pamięć ferrytową o pojemności 256 słów. Dzięki temu uzyskano wielokrotnie większą szybkość niż w Odrze 1003.

W 1966 r. zmontowano w ELWRO dwa komputery ZAM-21 na podstawie dokumentacji przekazanej z IMM. Egzemplarze te uznano jednak jako zawodne i nie podjęto produkcji seryjnej tych maszyn, choć ZAM-21 budowane w IMM były niezawodne.

W 1967 r. opracowany został w ELWRO komputer Odra 1204 o parametrach znacznie przewyższających parametry komputera Odra 1013. Jego konstruktorami byli twórcy komputerów Odra 1003 i Odra 1013 oraz nowa grupa inżynierów, w tym Bronisław Piwowar, Alicja Kuberska, Adam Urbanek, i czworo absolwentów Politechniki Warszawskiej: Bogdan Kasierski, Ryszard Fudala, Kazimiera Hejnał i Grażyna Węgrzyn - wychowankowie prof. Antoniego Kilińskiego. Komputer był wyposażony w pamięć ferrytową oraz pamięć bębnową opracowaną przez zespół Eugeniusza Nowaka w IMM. Łącznie wyprodukowano 179 tych komputerów, z czego wyeksportowano 114 egzemplarzy.

Wadą maszyny ODRA 1204 było bardzo ubogie, w porównaniu z maszynami firm zachodnich, oprogramowanie podstawowe. Opracowanie takiego oprogramowania w krótkim czasie było niemożliwe, więc powstał pomysł skonstruowania polskiej maszyny, kompatybilnej z oprogramowaniem podstawowym i użytkowym którejś z firm zachodnich. Po przeprowadzeniu szeregu rozmów handlowych okazało się, że proponowaną współpracą zainteresowana jest firma International Computers and Tabulators (ICT, później ICL). Wynegocjowano kontrakt i jesienią 1967 r. grupa logików ELWRO rozpoczęła w ICL przeszkolenie na maszynie ICL 1904. Od początku 1968 r. rozpoczęły się prace nad konstrukcją Odry 1304. Na początku 1970 r. wykonano osiem maszyn Odra 1304 i stwierdzono ich pełną zgodność z ICL 1904. W porównaniu z poprzednimi maszynami wzrosła liczba urządzeń zewnętrznych. Doszły: czytnik kart, drukarka wierszowa, a później multipleksery i terminale. Istotną rolę w rozwinięciu produkcji maszyn Odra 1300 na większą skalę odegrało utworzenie nowych zakładów produkujących informatyczny sprzęt peryferyjny, takich jak ZMP Błonie (drukarki wierszowe) oraz MERAMAT (pamięci taśmowe).

Odra 1304 miała następujące oprogramowanie podstawowe: system operacyjny, języki programowania ALGOL, FORTRAN i COBOL, język konwersacyjny JEAN, języki symulacyjne CSL i SIMON, bibliotekę ponad 1000 programów i podprogramów standardowych oraz 15 pakietów programów użytkowych z zakresu planowania i zarządzania.



Rys. 4. Jednostka centralna maszyny Odra 1305

Odra 1304 oraz jej następczynie Odra 1305 (opracowane przy współudziale Instytutu Maszyn Matematycznych) i Odra 1325, zbudowane już na podstawie techniki układów scalonych, były na początku lat siedemdziesiątych najlepszymi maszynami w krajach Europy środkowej i wschodniej. Posiadając bogate oprogramowanie oraz pełny asortyment urządzeń zewnętrznych, stały się pełnosprawnymi narzędziami informatyzacji wielu przedsiębiorstw i instytucji. Łącznie wyprodukowano 587 maszyn serii 1300, co umożliwiło informatyzację całych branż, takich jak budownictwo, kolej oraz instytucji, jak GUS, WUS-y oraz szkoły wyższe. Przedostatnia Odra 1305, wyprodukowana przed 30 laty przez ELWRO została 18 lipca 2003 wyłączona na zawsze. Przez 30 lat służyła wrocławskiej fabryce Hutmen. Odra działała podobno bezawaryjnie, zużywały się tylko części i odmawiała włączenia kiedy w pomieszczeniu było za zimno. Obecnie Odra pracująca poprzednio w Hutmenie znajduje się w skansenie kolejnictwa w Jaworzynie Śląskiej. Ostatnia Odra pracuje jeszcze na stacji towarowej PKP Wrocław-Brochów.

RIAD? Też to zrobimy!

W roku 1968 na spotkaniu RWPG w Moskwie postanowiono, że komputery ogólnego przeznaczenia produkowane w krajach socjalistycznych powinny być kompatybilne, by wspólnymi siłami produkować cały typoszereg maszyn cyfrowych. Ustalono, że będzie to produkcja wzorowana na amerykańskich komputerach IBM. Projekt nosił nazwę Jednolitego Systemu RIAD. Zakładom Elwro przypadła w udziale produkcja maszyn R30, według projektu opracowanego w Erewaniu (Armenia). Projekt ten był gorszy od nowszej technologii stosowanej przy produkcji maszyn z serii Odra 1300. Dlatego opracowano w ELWRO, pod kierunkiem Bogdana Kasierskiego, zupełnie nowy projekt maszyny, programowo zgodny z pozostałymi maszynami Jednolitego Systemu RIAD, lecz o parametrach technicznych kilkakrotnie wyższych. Ten polski projekt został przyjęty pod nazwą R32 i wdrożony do produkcji. Wyprodukowano ponad 150 maszyn tego typu. W latach 1972-1973 prowadzono w ELWRO równoległe prace nad komputerami 1305 i 1305 oraz modelem R32. W roku 1973 na Targach w Brnie odbyło się porównanie wszystkich modeli serii RIAD skonstruowanych w byłym bloku socjalistycznym. W Czechosłowackiej Akademii Nauk przygotowano mieszankę miliona operacji i zmierzono czasy jej wykonania przez różne modele. R32 okazał się najsprawniejszym relatywnie komputerem z serii.

Minikomputery.
K-202 - fakt czy mit? Fakt.

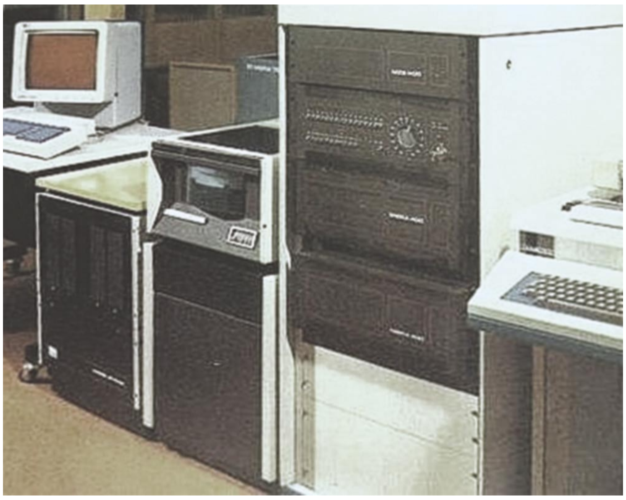
W początkach lat 70, wraz z opracowaniem cyfrowych układów scalonych pojawiły się pierwsze minikomputery. Były one mniejsze, tańsze i nie wymagały do obsługi specjalnie przeszkolonych specjalistów. Polskie minikomputery to m.in. K-202, MOMIK 8b, Mera 300, Mera 400, SM4. Wszystkie te maszyny zostały opracowane w Instytucie Maszyn Matematycznych i wdrożone do produkcji w zakładach zjednoczenia MERA. Pierwszy z nich obrósł legendą jego konstruktora Jacka Karpińskiego, człowieka niezwykle zdolnego, ale i bardzo trudnego we współpracy. Jacek Karpiński (1927) - żołnierz Szarych Szeregów w Batalionie Zośka, trzykrotnie odznaczony Krzyżem Walecznych. Ciężko ranny w pierwszym dniu Powstania Warszawskiego, sparaliżowany, został ewakuowany z miasta. Po rehabilitacji od 1946 r. studiował na Politechnice Łódzkiej, potem Warszawskiej. W 1957 r. jako adiunkt w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN, skonstruował swoją pierwszą maszynę do analizowania dużych zbiorów danych w Państwowym Instytucie Hydrologiczno-Meteorologicznym. Dwa lata później powstał AKAT-1 - pierwszy na świecie tranzystorowy analizator równań różniczkowych.

Rok później Jacek Karpiński został jednym z 6 laureatów ogólnoświatowego konkursu młodych talentów techniki (UNESCO), (200 kandyda-

tów, po jednym z każdego kraju). W nagrodę przebywał 2 lata w USA studiując m.in. w Harvardzie i Massachusetts Institute of Technology. Miał okazję poznać osobiście Johna P. Eckerta, jednego z twórców ENIAC-a. W latach 1970-1973 Jacek Karpiński wraz z zespołem w składzie Elżbieta Jezierska, Andrzej Ziemkiewicz, Zbysław Szwaj, Teresa Pajkowska (która notabene brała udział w uruchomieniu produkcji maszyny UMC-1 w ELWRO), Krzysztof Jarosławski, opracował i skonstruował minikomputer 16-bitowy K-202. Minikomputer ten pracował z prędkością miliona operacji na sekundę, a jako pierwszy w historii stosował stronicowanie adresowania pamięci, co było autorskim wynalazkiem Jacka Karpińskiego i umożliwiało rozbudowę pamięci operacyjnej do - wówczas astronomicznej wielkości - 8 MB. Wdrożenie tego komputera do produkcji nie obyło się bez wielu problemów. Bardzo zdolny, ale i gwiazdorski konstruktor, na dodatek o tzw. niesłusznej przeszłości, nadawał na innej fali niż przedstawiciele ociężałej administracji państwowo-gospodarczej. Mimo wielu starań, udziału kapitału zagranicznego, zorganizowania specjalnie dla tego produktu Zakładu Mikrokomputerów w fabryce mierników ERA (nie bez wsparcia niektórych ówczesnych czynników politycznych i środków przekazu), liczba wyprodukowanych K-202 nie przekroczyła 30 szt. przeznaczonych na eksport i około 100 na rynek krajowy, choć w owych czasach nie było to mało. Do chwili obecnej osoba Jacka Karpińskiego budzi emocje w środowisku; przez jednych uważany jest za geniusza, inni zarzucają mu gigantomanię, sprawny - jak by się powiedziało dziś - PR (*public relations*), a nawet oszustwo. Jednak konstrukcje Jacka Karpińskiego były, funkcjonowały, a obecnie są ważnymi eksponatami warszawskiego Muzeum Techniki. I trzeba wspomnieć, że w czasie prac związanych z wdrożeniem do produkcji minikomputera K-202 Jacek Karpiński był Dyrektorem Zakładu Doświadczalnego Minikomputerów IMM.

MOMIK 8b to 8-bitowy minikomputer zbudowany na układach scalonych TTL. Opracowany przez Instytut Maszyn Matematycznych w 1973 r., był produkowany seryjnie przez Zakład Systemów Minikomputerowych MERA od 1974 r. i stosowany w serii MERA 300 (MERA 300 - to rozbudowany i współpracujący z szeregiem urządzeń peryferyjnych MOMIK 8b). System ten okazał się udanym rozwiązaniem technicznym i wkrótce znalazł szerokie zastosowanie w księgowości oraz przemyśle, gdzie używano go do sterowania procesami technologicznymi, np. produkcją polipropylenu.

Natomiast MERA 400 to 16-bitowy minikomputer wzorowany na komputerze K-202, ale zbudowany głównie na krajowej bazie elementowej, produkowany w latach 1976-1987. Również doczekał się wielu zastosowań w gospodarce.



Rys. 5. MERA 400 - rozbudowany sprzętowo minikomputer oparty na konstrukcji K-202 Jacka Karpińskiego

Ostatnim znaczącym krokiem w konstrukcji minikomputerów było opracowanie w IMM i wdrożenie do produkcji w 1983 r. w fabryce ERA minikomputera będącego logicznym odpowiednikiem maszyny PDP-11 firmy DEC. Firma ta, druga w świecie po IBM, była wówczas modna w socjalistycznej części Europy. SM4, produkowany głównie na elementach krajowych ze względu na kłopoty z COCOM-em, był stosunkowo nowoczesny, ale szybko stał się drogi i przestarzały. Jego odpowiednik firmy DEC był produkowany tylko rok. Produkcja SM4 trwała ponad pięć lat, przy czym dość rzadko wprowadzano nowinki technologiczne, które oprócz wprowadzenia pamięci półprzewodnikowej dotyczyły urządzeń peryferyjnych.

W 1986 r. najtańszy SM4 produkcji polskiej kosztował 16 mln zł plus 8 tys. USD, zaś najdroższy produkcji rumuńskiej kosztował ponad 100 mln zł. W tym czasie pojawiła się już w kraju konkurencja klonów mikrokomputera IBM PC/XT, sprowadzanych prywatnie w cenie 3-4 mln zł.

Nieuchronne więc stało się traktowanie mikrokomputerów tej klasy, i to niezależnie od typu zastosowania (dużą popularność zyskały np. systemy wielodostępne i sieciowe wykorzystujące IBM PC/XT). Nadeszła era mikrokomputerów, czyli tzw. Komputerów Osobistych (*PC - Personal Computers*).

Mikrokomputery Mazovia. Łabędzi śpiew.

Jeszcze raz okazało się, że środowisko naukowców i inżynierów IMM jest merytorycznie mobilne i - jakby się powiedziało dziś - *on line*. Idea budowy polskiego komputera osobistego uruchomiła nowe zasoby emocji. Do pracy zabrano się z niezwykłą, jak na owe czasy, sprawnością i energią, w czym zasługę mieli dr inż. Bronisław Piwowar, ówczesny dyrektor IMM oraz współpracujacy z nim zastępca ds. ekonomicznych mgr inż. Roman Czajkowski (późniejszy wieloletni Dyrektor IMM, który przeprowadził Instytut przez trudne lata dziewięćdziesiąte). Powołano międzyzakładowy zespół konstrukcyjny, w którego skład oprócz Instytutu Maszyn Matematycznych weszły Zakłady Polkolor, Era i Błonie, dzięki czemu prace nad jednostką centralną, monitorem, klawiaturą i drukarką prowadzono równocześnie. Kierownikiem międzyzakładowego zespołu był mgr inż. Jerzy Sławiński z IMM. Dzięki udanej współpracy Instytutu z zakładami produkcyjnymi udało się przejść z rozwiązań naukowych na technologiczne. Wspomniane firmy założyły spółkę Mikrokomputery (IMM, ERA, POLON, MERA-BŁONIE, POLKOLOR, MERA-SYSTEM, MERAL, BIUROTECHNIKA, MERA-REFA, MERAMAT, METRONEX i PHZ UNITRA), której głównym celem była produkcja komputera osobistego nazwanego Mazovia 1016.

Prace nad konstrukcją Mazovii były prowadzone nie tylko sprawnie i energicznie, lecz również nowocześnie, na co miał szczególny wpływ dyrektor Bronisław Piwowar. Po raz pierwszy bowiem w historii polskich komputerów równie wielką wagę jak konstrukcji, przywiązywano wzornictwu. Zlecono projekt design'u i skoordynowanie wzornicze wszystkich elementów systemu - jednostki centralnej, monitora, klawiatury i drukarki profesjonalnej firmie. Było to w pełni uzasadnione przewidywaną grupą docelową odbiorców, w której obok dotychczasowych z gospodarki państwowej, mieli znaleźć się liczni użytkownicy prywatni oraz raczkujące małe przedsiębiorstwa tzw. sektora nieuspołecznionego.

Nowy polski komputer musiał mieć litery z polskimi znakami diakrytycznymi. Zmuszenie procesora i monitora do wyświetlania „ą", „ę" czy „ź" okazało się jednym z najpoważniejszych problemów technicznych. Trzeba było stworzyć specjalną tablicę kodową Mazovia (autorstwa mgr inż. Jana Klimowicza), z polskimi literami w drugiej połówce (powyżej 126). Wiele dyskusji poświęcono klawiaturze: czy ma być zupełnie nowa, czy taka jak



Rys. 6. Mikrokomputer Mazovia 1016

w maszynach do pisania. Szefem zespołu konstrukcyjnego Mazovii w IMM był mgr inż. Krzysztof Dzik, obecnie kierownik Zakładu Systemów Identyfikacji i Urządzeń Laserowych.

Mazovia ujrzała światło dzienne w roku 1984. Pod kilkoma względami była lepsza od istniejących ówcześnie pecetów IBM, choć była z nimi w pełni kompatybilna. Miała przede wszystkim lepszy, 16-bitowy procesor, odpowiednik 8086. Jej wadą była niewystarczająca niezawodność, bowiem ze względu na obowiązujące wówczas embargo COCOM na dostawy zaawansowanych technologii do krajów komunistycznych, większość elementów i podzespołów pochodziła z krajów ówczesnej tzw. strefy rublowej, a ich jakość nie była niestety najlepsza. Egzemplarze zbudowane z podzespołów zachodnich były już zupełnie niezłe.

Mazovia 1016 była pierwszym polskim komputerem, który współtworzył scenografię popularnego filmu fabularnego. Krzysztof Gradowski, w trzeciej części swojej trylogii pt. „Pan Kleks w kosmosie" wykorzystał te mikrokomputery w roku 1988 jako wyposażenie Centrum Dowodzenia Siłami Kosmicznymi.

Mazovia jako produkt przestała jednak istnieć ze względu na prymitywne metody organizacji produkcji w polskich fabrykach. Brak automatyzacji, nowoczesnej organizacji zaopatrzenia, aparatury testowo-produkcyjnej i systemów kontroli jakości, a nawet profesjonalnej organizacji magazynów i ekspedycji wyrobów gotowych - to cechy polskich zakładów produkcyjnych, a raczej nieźle zorganizowanych manufaktur. W efekcie, w latach osiemdziesiątych wyprodukowano zaledwie kilka tysięcy



Rys. 7. Mikrokomputery Mazovia 1016 w filmowym Centrum Kosmicznym

sztuk pierwszej wersji Mazovii; kolejne modele zaistniały tylko w pojedynczych egzemplarzach. Komputer był za drogi nie tylko na kieszeń przeciętnego polskiego naukowca czy amatora informatyki, ale nawet dla instytucji, np. szkół. Jak niosła fama, polskie komputery PC byłyby tanie wtedy, gdyby całe i zmontowane przyjeżdżały do nas z dalekiego wschodu już zapakowane w pudła z napisem Made in Poland i pod dodatkowym warunkiem, że zamówimy ich jednorazowo przynajmniej 10 000 szt.

Z produkcją Mazovii wygrał import prywatny - szybszy, tańszy i różnorodny.

Koniec historii pierwszego polskiego - mówiąc żargonem - peceta zbiegł się w czasie, w roku 1990, z końcem romantycznej ery konstrukcji naszego własnego, antyimportowego krajowego sprzętu elektronicznego, nie tylko komputerów. Reforma Balcerowicza i drastyczny spadek kursu dolara w stosunku do złotówki przewrócił rynek elektroniki. Wszystko co przywożone stało się tanie, a było lepsze. Na szczęście dla naszego samopoczucia, to samo traumatyczne przeżycie spotkało wkrótce wszystkich Wielkich, za sprawą zalewu taniej produkcji dalekowschodnich tygrysów.

Na koniec przypomnijmy, że do roku 1968 używano określeń „maszyny matematyczne", „automaty liczące", a nauka zajmująca się nimi nie była nazwana. Termin „informatyka" jako nazwę dziedziny nauki zaproponował jako pierwszy w 1968 roku prof. Romuald Marczyński na konferencji w Zakopanem (uzasadniając to istnieniem już nazw *Informatik* w jęz. niemieckim i *informatique* w jęz. francuskim), jeden z twórców pierwszego polskiego komputera XYZ.

Autor składa serdeczne podziękowania za uwagi i korekty merytoryczne panu dyr. Romanowi Czajkowskiemu, bezpośredniemu uczestnikowi większości opisywanych wydarzeń.

Literatura:

Majerski St., Mazurkiewicz. A.: XYZ - pierwsza polska elektronowa maszyna cyfrowa. Młody Technik nr 12, Warszawa 1958, str. 7-12

Knysz J.: Elektroniczne maszyny matematyczne. Rozdział w: Rozwój techniki w PRL. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 1965.

Łukaszewicz L., Mazurkiewicz A.: „System automatycznego kodowania SAKO" Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, Wrocław-Warszawa-Kraków 1966 r.

Nowak E., Sawicki Z.: „Pamięci maszyn cyfrowych konstrukcja i technologia" Wydawnictwo Naukowo - Techniczne, Warszawa 1972 r.

Majerski St, Marczyński R.: Ewolucja struktur i architektury maszyn cyfrowych. Materiały na sesję naukową z okazji Roku Nauki polskiej i XV-lecia IMM, IMM Warszawa 1973, s.24

Groszkowski J.: Parę słów z okazji jubileuszu Instytutu Maszyn Matematycznych. Informatyka 3 1973, 1-5.

Borowiec J., Mazurkiewicz A., Wierzbowski J.: Osiągnięcia Instytutu Maszyn Matematycznych w oprogramowaniu i zastosowaniach maszyn cyfrowych. Informatyka nr 3, 1973, s. 8-11.

Fiett W., Rosolski E.: Działalność produkcyjna i udział Instytutu Maszyn Matematycznych w tworzeniu polskiego przemysłu sprzętu informatyki. Informatyka nr 3, 1973, s. 19-24.

Pawlak T.: Konstrukcje Instytutu Maszyn Matematycznych. Informatyka nr 3, 1973, s. 11-18

Kiliński A.: O osiągnięciach Instytutu Informatyki Politechniki Warszawskiej zastosowanych w praktyce. Informatyka 8-12 1989, 21-23

Bilski E.: Wrocławskie Zakłady elektroniczne ELWRO. Okres maszyn cyfrowych typu ODRA. Informatyka 8-12 1989, 26-30

Marczyński R.: Jak budowałem aparaty matematyczne w latach 1948-1950. Informatyka 8-12 1989, 16-19
Mazurkiewicz A.: Jak się programowało XYZ czyli początki programowania w Polsce. Informatyka 8-12 1989, 10-12
Łukaszewicz L.: Od Grupy Aparatów do Instytutu Maszyn Matematycznych. Informatyka 8-12 1989, 2-4 i 23
Fiett J.: Problemy realizacji technicznej polskich komputerów do 1968 roku. Informatyka 8-12 1989, 6-9
Madey J., Sysło M.B.: Początki Informatyki w Polsce. Informatyka 9 2000 i 10 2000
Łukaszewicz L.: Informatyka polska powstała w PAN. Nauka. 3 2003, 75-78
Greniewski M.J.: Kilka uwag o powołaniu Centrum Obliczeniowego PAN. Materiały konferencji PTI „40 lat informatyki w Polsce". Warszawa 1988
Łukaszewicz L.: O początkach informatyki w Polsce. Materiały konferencji PTI „40 lat informatyki w Polsce". Warszawa 1988
Moszyński K.: Moja praca w Biurze Obliczeń i Programów w Zakładzie Aparatów Matematycznych Polskiej Akademii Nauk. Materiały konferencji PTI „40 lat informatyki w Polsce". Warszawa 1988
Lewandowski K.T.: Termopile polskiej informatyki. Mówią Wieki nr 12/2002 (516), str. 44